

# VU Research Portal

## Improving cochlear implant rehabilitation

de Graaff, F.

2019

### **document version**

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

### **citation for published version (APA)**

de Graaff, F. (2019). *Improving cochlear implant rehabilitation*. [PhD-Thesis - Research and graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam].

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

# Samenvatting



Een cochleair implantaat (CI) is een medisch hulpmiddel dat het gehoor van mensen met een ernstig tot zeer ernstig gehoorverlies verbetert. Een CI bestaat uit een inwendig en een uitwendig deel. Het inwendige deel, het implantaat, bestaat uit een ontvanger en een elektrodenbundel die tijdens een operatie in het slakkenhuis (de cochlea) wordt geplaatst. Het uitwendige deel, dat als een hoortoestel achter het oor wordt gedragen, vangt het geluid op uit de omgeving door middel van een microfoon in de geluidsprocessor en bestaat verder uit een spoel en een batterij. Het geluid dat wordt opgevangen wordt geanalyseerd, bewerkt en via de spoel doorgegeven aan het implantaat. De elektroden in het slakkenhuis geven de elektrische signalen door aan de gehoorzenuw.

De standaard zorg voor CI gebruikers in Nederland is zeer intensief met vele bezoeken in het eerste jaar na implantatie, gevolgd door controles elke paar jaar. Tijdens deze bezoeken wordt het spraakverstaan (het verstaan van losse woorden in stilte en het verstaan van cijfers in achtergrondlawaai) gemeten en worden de instellingen van de geluidsprocessor gecontroleerd en indien nodig bijgesteld. Dit proefschrift beschrijft studies die gericht zijn op het verbeteren van verschillende aspecten van de zorg voor nieuwe en ervaren CI gebruikers.

**Hoofdstuk 1** omvat een kort overzicht van de geschiedenis van cochleaire implantatie en de veranderingen in de criteria voor implantatie in de loop van de tijd. Tevens wordt er ingegaan op de inrichting van de huidige zorg voor nieuwe en ervaren CI gebruikers en het gebruik van eHealth. Tot slot worden de hoofdlijnen van dit proefschrift gepresenteerd.

We ontwierpen een test voor het thuis zelfstandig meten van het spraakverstaan, via een tablet computer, als alternatief voor de standaard spraakverstaantesten in de kliniek. Daarbij werd gebruik gemaakt van een directe koppeling tussen de geluidsprocessor en een tablet computer. In **Hoofdstuk 2** worden de ontwikkeling van deze thuishetst en de technische uitdagingen die zich voordeden bij de ontwikkeling beschreven. We toonden aan dat het spraakverstaan in ruis van zowel normaalhorende proefpersonen als ervaren CI gebruikers niet werd beïnvloed door het gebruik van continue ruis (ruis die continu wordt gepresenteerd gedurende de test) in plaats van de discontinue ruis (ruis die na elke stimulus start en stopt) zoals die normaal in de kliniek wordt gebruikt. Ook lieten we zien dat een directe koppeling tussen de geluidsprocessor en tablet computer middels een audiokabel kan worden gebruikt, als goed alternatief voor het meten van het spraakverstaan in een geluidsdichte cabine met een luidspreker. Tevens werd aangetoond dat stimuli kunnen worden aangeboden op vooraf gedefinieerde niveaus zoals dat ook met een gekalibreerde opstelling in de kliniek gebeurt.

Na de ontwikkeling van de thuistest werd een studie uitgevoerd bij ervaren CI gebruikers. Deze studie is beschreven in **Hoofdstuk 3**. De resultaten van de thuistesten voor het meten van spraakverstaan in stilte en in ruis werden vergeleken met de standaard spraakverstaantesten in de kliniek. Allereerst werd onderzocht of de manier van het geluid aanbieden (luidspreker of audiokabel) effect had op het spraakverstaan. Voor het spraakverstaan in stilte werden geen verschillen gevonden, terwijl het spraakverstaan in ruis gemeten met een audiokabel significant beter bleek te zijn dan het spraakverstaan in ruis gemeten met een luidspreker. Ook werd onderzocht of de plaats en manier van testafname (professional in de kliniek of zelftest in de thuissituatie) effect hadden op het spraakverstaan. Voor zowel spraakverstaan in stilte als het spraakverstaan in ruis werden geen significante verschillen gevonden.

De resultaten van de studie met ervaren CI gebruikers toonde aan dat het haalbaar is voor CI gebruikers om zelf het spraakverstaan te meten in de thuissituatie. De thuistesten werden vervolgens opgenomen in een applicatie, de zogenaamde MyHearingApp, voor gebruik op een tablet computer. Het gebruik en de mogelijkheid van de thuistesten werd vervolgens geëvalueerd in nieuwe CI gebruikers. Zij voerden twee keer per week spraakverstaantesten uit gedurende de eerste drie maanden van de intensieve revalidatieperiode. De resultaten van deze studie worden gepresenteerd in **Hoofdstuk 4**. Het twee keer per week meten van het spraakverstaan leverde gedetailleerde informatie op en toonde een duidelijke verbetering in spraakverstaan gedurende de eerste weken van de revalidatie, waarna het spraakverstaan hetzelfde bleef. De gedetailleerde informatie die beschikbaar komt geeft professionals de mogelijkheid om het spraakverstaan van een CI gebruiker wekelijks te volgen, zonder dat de CI gebruiker de kliniek hoeft te bezoeken. Dit bespaart kosten en tijd voor zowel CI gebruikers als de betrokken professionals. De resultaten tonen aan dat thuistesten een goed alternatief kunnen vormen voor testen in de kliniek voor nieuwe CI gebruikers die in staat zijn de vereiste technologie te gebruiken.

In de studie in **Hoofdstuk 5** werden de zelftesten voor het meten van spraakverstaan gecombineerd met de recent ontwikkelde Australisch Engelse cijfers-in-ruis test. Hiermee werd het spraakverstaan in ruis gemeten bij bimodale (CI in het ene oor en een hoortoestel aan het andere oor) en bilaterale (een CI in beide oren) CI gebruikers. Het spraakverstaan in ruis werd gemeten met een audiokabel in stationaire ruis (ruis die doorlopend even sterk aanwezig is) en fluctuerende ruis (afwisselend korte stukjes ruis en stilte). Zowel het spraakverstaan met één oor (CI of hoortoestel), als het spraakverstaan met beide oren (twee CIs of CI en hoortoestel) werd gemeten. Hierbij werd hetzelfde signaal aan beide oren aangeboden of werd er een verschil in beide signalen aangebracht om de samenwerking tussen beide oren te kunnen meten. Voor zowel bilaterale als bimodale CI gebruikers werd er geen verbetering gezien bij het spraakverstaan in ruis met één CI vergeleken met twee CIs of een CI in combinatie met een hoortoestel. Tevens bleken CI



gebruikers geen voordeel te hebben van het verschil dat werd geïntroduceerd tussen het linker- en rechteroor. Dit is in tegenstelling tot mensen met een normaal gehoor die door het introduceren van een verschil in spraaksignaal tussen het linker- en rechteroor juist veel betere spraakverstaanscores behalen. Zowel bilaterale als bimodale CI gebruikers bleken wel veel betere spraakverstaanscores te behalen bij het gebruik van fluctuerende ruis ten opzichte van stationaire ruis.

In **Hoofdstuk 6** wordt een studie gepresenteerd die als doel had om spraakverstaan in stilte en in ruis te voorspellen op basis van metingen en instellingen van de geluidsprocessor. Voorbeelden daarvan zijn: instelling per elektrode waarbij de drempel bereikt wordt (T niveau), instelling per elektrode die tot een duidelijk waarneembaar geluid leidt, maar wat niet te hard klinkt (C niveau), het verschil tussen het T en C niveau (dynamisch bereik), elektrisch opgewekte samengestelde actiepotentialen (ECAP) en impedanties van de elektrodes (elektrische weerstand). Gegevens van een grote groep CI gebruikers van het merk Cochlear™ werden hiervoor geanalyseerd, waarbij onderscheid werd gemaakt tussen CI gebruikers bij wie het ernstige gehoorverlies op een vroege of latere leeftijd is ontstaan. Met behulp van statistische analyses werden variabelen gevonden die het spraakverstaan in stilte en in ruis deels kunnen voorspellen. De statistische analyse toonde aan dat gehoordrempels en het dynamisch bereik invloed hebben op het spraakverstaan van CI gebruikers bij wie het ernstige gehoorverlies op latere leeftijd ontstond. Ook bleken CI gebruikers met bepaalde impedanties slechter spraak te kunnen verstaan. CI gebruikers bij wie het ernstige gehoorverlies op vroege leeftijd ontstond hadden slechter spraakverstaan met hogere T niveaus.

**Hoofdstuk 7** presenteert een overzicht van de beschikbare wetenschappelijke artikelen over het gebruik van handmatig en/of automatisch schakelende toestellen door hoortoestel en CI gebruikers. De literatuur werd samengevoegd om te onderzoeken of gebruikers van hoortoestellen de mogelijkheid waarden om te kunnen schakelen tussen programma's in verschillende luisteromgevingen en of ze deze mogelijkheid juist gebruiken. Uit het overzicht bleek dat, ondanks het grote aantal handmatige en automatisch schakelende toestellen dat elk jaar wordt verkocht, er opvallend weinig studies zijn over het gebruik hiervan in verschillende luisteromgevingen. We vonden geen enkele studie die betrekking had op het gebruik van handmatig en/of automatisch schakelende toestellen door CI gebruikers. Evenmin werden er studies gevonden waarin de nauwkeurigheid van de programmaselectie door gebruikers is onderzocht. Hoewel het bewijs zwak is, gaf het literatuuroverzicht aan dat slechts een klein deel van de slechthorenden de mogelijkheden van hoortoestellen met meerdere programma's gebruikt. Ook gaf het literatuuroverzicht aan dat een toestel met een automatisch schakelprogramma een goede oplossing kan zijn voor hen die niet kunnen of willen schakelen tussen programma's in verschillende luisteromgevingen.

Het laatste hoofdstuk, **Hoofdstuk 8**, omvat een overzicht van de belangrijkste bevindingen en klinische gevolgen. Daarnaast worden suggesties voor verder onderzoek gepresenteerd. De bevindingen van de studies in dit proefschrift geven aan dat een thuistest voor het meten van spraakverstaan een goed alternatief kan zijn voor de testen in de kliniek. De uitkomsten van de thuistest kunnen door CI centra worden gebruikt om CI gebruikers te identificeren voor wie het nodig is om een bezoek te brengen aan de kliniek. Op deze manier kunnen de middelen worden besteed aan CI gebruikers die mogelijk bijstelling van het CI of extra begeleiding nodig hebben. Ook kan het aantal afspraken worden verminderd voor CI gebruikers die geen afspraak in de kliniek nodig hebben. Verder zijn er belangrijke voorspellers van het spraakverstaan in stilte en in ruis geïdentificeerd die door professionals en CI centra kunnen worden gebruikt om de afstelling van CIs en de prestaties van CI gebruikers te verbeteren. Daarnaast kan het aanmeten van handmatige en automatische schakelprogramma's voor verschillende luisteromgevingen worden verbeterd door CI gebruikers te identificeren die baat hebben bij en voorkeur hebben voor handmatige programma's.